

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-012554

(43)Date of publication of application : 17.01.1992

(51)Int.Cl.

H01L 23/14

H01L 21/52

H01L 23/36

(21)Application number : 02-116162

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 02.05.1990

(72)Inventor : YOSHIDA HIDEAKI  
CHOKAI MAKOTO  
TANAKA HIROKAZU  
UMEZAWA MASAO

## (54) LIGHT WEIGHT SUBSTRATE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To produce a light weight and good heat transmissive substrate for a highly integrated and large power semiconductor device by using a particular insulating plate, a heat sink plate, a circuit forming thin plate, and a Cu or Ni plated layer to constitute the substrate.

CONSTITUTION: An insulating plate C is made of an AlN sintered plate with surface oxidized layer C-1, and one side of the insulating plate C is fixed to a heat sink plate A made of Al or an Al alloy to form lamination and the other side thereof to a circuit forming thin plate B made of Al or an Al alloy to form lamination, each using solder D made of an Al-Si alloy or Al-Ge alloy. Further, the surface of the circuit forming thin plate B is partially at a predetermined section thereof or wholly plated with Cu or Ni. With this, a light weight and superior heat radiation (heat transmission) substrate can be obtained that meets the requirements for loading a highly integrated and high power semiconductor device.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

## ⑯ 公開特許公報(A)

平4-12554

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑰ 公開 平成4年(1992)1月17日

H 01 L 23/14

7738-4M H 01 L 23/14  
7220-4M 23/36M  
Z※

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑱ 発明の名称 半導体装置用軽量基板

⑲ 特 願 平2-116162

⑳ 出 願 平2(1990)5月2日

㉑ 発 明 者 吉 田 秀 昭 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内

㉒ 発 明 者 鳥 海 誠 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内

㉓ 発 明 者 田 中 宏 和 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内

㉔ 出 願 人 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目6番1号

㉕ 代 理 人 弁理士 富田 和夫 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

で構成されたことを特徴とする半導体装置用軽量基板。

## 1. 発明の名称

半導体装置用軽量基板

(2) 上記窒化アルミニウム系統結体が、

酸化イットリウムおよび酸化カルシウムのうちの1種または2種:0.1~10重量%、

## 2. 特許請求の範囲

(1) 平均層厚:0.2~20 $\mu$ mの表面酸化層を有する窒化アルミニウム系統結体からなる絶縁板材、

上記絶縁板材の一方面に、Al-Si系合金またはAl-Ge系合金からなるろう材にて積層接合されたAlまたはAl合金からなるヒートシンク板材、

上記絶縁板材の他方面に、同じくAl-Si系合金またはAl-Ge系合金からなるろう材にて積層接合されたAlまたはAl合金からなる回路形成用薄板材、

さらに、上記回路形成用薄板材の表面の所定部分または全面に形成されたCuまたはNiメッキ層、

を含有し、残りが窒化アルミニウムと不可避不純物からなる組成を有することを特徴とする上記特許請求の範囲第(1)項記載の半導体装置用軽量基板。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、軽量にして、熱伝導性(放熱性)にすぐれ、したがって半導体装置の高集積化および大電力化に十分対応することができる半導体装置用基板に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、一般に、半導体装置用基板としては、例えば第2図に概略説明図で示されるように、酸化アルミニウム(以下Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で示す)焼結体が

らなる絶縁板材C'の両側面に、それぞれCu薄板材B'を液相接合し、この液相接合は、例えば前記Cu薄板材の接合面に酸化銅( $\text{Cu}_2\text{O}$ )を形成しておき、前記 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 焼結体製絶縁板材と重ね合せた状態で、1065~1085℃に加熱して接合面に前記 $\text{Cu}_2\text{O}$ とCuとの間で液相を発生させて結合することからなり、また前記Cu薄板材のうち、前記絶縁板材C'の一方側が回路形成用導体となり、同他方側がヒートシンク板材A'とのはん付け用となるものであり、この状態で、通常Pb-Sn合金からなるはん付け材(一般に450℃以下の融点をもつものをはんだという)D'を用いて、Cuからなるヒートシンク板材A'に接合してなる構造のものが知られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、近年の半導体装置の高集積化および大電力化に伴って、装置自体が大型化し、重量化する傾向にあり、したがってこれを構成する部材の軽量化が強く望まれているが、上記の従来半導体装置用基板においては、これの構成材である

$\text{Al}_2\text{O}_3$ 焼結体が約15~20W/m・Kの相対的に高い熱伝導度を有し、かつCuが約390W/m・Kの一段と高い熱伝導度をもつことから、すぐれた熱伝導性(放熱性)を示すが、これを構成するヒートシンク板材A'および薄板材B'がいずれも重質のCuであり、さらにこれに重質のPb-Sn合金はん付け材D'が加わるために、これらの要求に対応することができないのが現状である。

〔課題を解決するための手段〕

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、すぐれた熱伝導性をもった上で、さらに軽量の半導体装置用基板を開発すべく研究を行なった結果、ヒートシンク板材および薄板材として、Cuのもつ熱伝導度：約390W/m・Kと同様に150~250W/m・Kの高い熱伝導度を有し、かつCuより一段と軽量の純Alや、例えばAl-2.5%Mg-0.2%Cr合金およびAl-1%Mn合金などのAl合金を用いると共に、絶縁板材として、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 焼結体と同等に軽量で、それより

高い熱伝導度を有する窒化アルミニウム(以下AlNで示す)系統結体を適用し(ちなみに、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 焼結体の熱伝導度は15~20W/m・Kであるのに対して、AlN系統結体のそれは50~270W/m・K)、このAlN系統結体製絶縁板材の両面に、Al-13%Si合金、Al-7.5%Si合金、Al-9.5%Si-1%Mg合金、およびAl-7.5%Si-10%Ge合金などのAl-Si系合金や、Al-15%Ge合金などのAl-Ge系合金からなるろう材(以上重量%、以下%は重量%を示す)を、箔材、あるいは前記ヒートシンク板材および薄板材の接合面にクラッドした状態で用いて、ヒートシンク板材および薄板材をそれぞれ積層接合し、この場合AlN系統結体製絶縁板材に対するヒートシンク板材および薄板材のろう付け密着性を向上させるために、AlN系統結体製絶縁板材の少なくとも接合面に、通常の条件でのエッチング処理により粗面化した状態で表面酸化層を形成しておき、さらに上記の通りAlN系統結体製絶縁板材の一方面に、表面

酸化層を介してろう付けされたAlまたはAl合金の薄板材の表面の所定部分または全面に回路形成用および部品はん付け用としてCuまたはNiメッキ層を形成した構造にすると、構成部材すべてが軽量にして熱伝導性の良好なAlまたはAl合金とAlN系統結体で構成されることから、基板全体が軽量化され、かつ放熱性のすぐれたものになるという研究結果を得るに至ったのである。

この発明は、上記研究結果にもとづいてなされたものであって、第1図に概略説明図で示されるように、

絶縁板材Cを、平均層厚:0.2~20 $\mu\text{m}$ の表面酸化層C-1を有するAlN系統結体で構成し、この場合のAlN系統結体は、

酸化イットリウム(以下 $\text{Y}_2\text{O}_3$ で示す)および酸化カルシウム(以下CaOで示す)のうちの1種または2種:0.1~10重量%、

を含有し、残りがAlNと不可避不純物からなる組成をもつものが望ましく、

上記絶縁板材Cの一方面にAlまたはAl合金からなるヒートシンク板材Aを、また上記絶縁板材Cの他方面に同じくAlまたはAl合金からなる回路形成用薄板材Bを、それぞれAl-Si系合金またはAl-Ge系合金からなるろう材Dを用いて積層接合し、

さらに、上記回路形成用薄板材Bの表面の所定部分または全面にCuまたはNiメッキ層を形成してなる放熱性にすぐれた半導体装置用軽量基板に特徴を有するものである。

さらに、この発明の基板の構成部材について、以下に詳述する。

#### (a) 絶縁板材

絶縁板材を構成するAlN系統結体は、通常の粉末冶金法にて製造されるが、その製造に際しては、原料粉末として用いられるAlN粉末に、 $Y_2O_3$ 粉末およびCaO粉末のうちの1種または2種を配合するのが望ましく、これら粉末の配合によって、焼結性が一段と改善されてAlN系統結体の強度が向上するようになるほか、後工程

などを3~10%含有する液温：15~30℃の酸性水溶液中、あるいは同じく主成分として水酸化ナトリウム(NaOH)または水酸化カリウム(KOH)などを3~10%含有する液温：30~90℃のアルカリ性水溶液中に、所定時間浸漬のエッチング処理を施してJIS規格で1.6~25S程度の表面粗さに粗面化した状態で、AlN系統結体製絶縁板材に、

酸素分圧： $10^{-2}$ ~1気圧、水蒸気分圧： $10^{-3}$ 気圧以下の雰囲気中で、1100~1500℃の温度に、層厚に応じた所定時間保持、

の条件で酸化処理を施すことにより形成されるものであり、 $Al_2O_3$ を主成分とするものである。

#### 〔実施例〕

つぎに、この発明の半導体装置用基板を実施例により具体的に説明する。

まず、原料粉末として、いずれも1~3 $\mu$ mの平均粒径を有するAlN粉末、 $Y_2O_3$ 粉末、およびCaO粉末を用い、これら原料粉末をそれぞれ第1表に示される配合組成に配合し、ボールミル

でのAlN系統結体表面部の酸化層の形成に際して、酸化が促進されて緻密組織を有する酸化層のすみやかな形成が可能となるものであり、しかし、その配合割合が0.1%未満では前記の作用に所望の効果が得られず、一方その配合割合が10%を越えると自体の熱伝導性が低下するようになることから、その配合割合(含有割合と同じ)を0.1~10%としなければならない。

#### (b) 絶縁板材表面部に形成される酸化層

この表面酸化層は、絶縁板材とAlまたはAl合金のヒートシンク板材および薄板材とのAl-Si系合金またはAl-Ge系合金からなるろう材によるろう付け密着性を向上させるために形成されるが、その平均層厚が0.2 $\mu$ m未満では十分な密着性を確保することができず、一方その平均層厚が20 $\mu$ mを越えると、AlN系統結体のもつすぐれた熱伝導性が損なわれるようになるので、その平均層厚を0.2~20 $\mu$ mとしなければならない。

また、表面酸化層は、例えば主成分としてフッ酸(HF)またはフッ化アンモン(HF-NH<sub>3</sub>)

にて72時間湿式混合し、乾燥した後、さらにこれに有機バインダーを添加して混合し、ドクターブレード法によりグリーンシートに形成し、ついで常圧のN<sub>2</sub>雰囲気中、温度：1800℃に2時間保持の条件で焼結して、実質的に配合組成と同一の成分組成を有し、かつ幅：50mm×長さ：0.63mm×長さ：75mmの寸法をもったAlN系統結体を形成し、ついで、これらのAlN系統結体に、主成分としてNaOHを7%含有する液温：60℃のアルカリ性水溶液中に30~40分間浸漬のエッチング処理を施して、その表面粗さをJIS規格で6.3~12.5Sに粗面化した状態で、酸素分圧：0.1~1気圧、水蒸気分圧： $1 \times 10^{-5}$ ~ $1 \times 10^{-3}$ 気圧の雰囲気中、1350~1450℃の温度に所定時間保持の条件で酸化処理を施して第1表に示される平均層厚の表面酸化層を形成することにより絶縁板材を製造した。

さらに、ヒートシンク板材として、いずれも幅：50mm×長さ：3mm×長さ：75mmの寸法を有し、また薄板材として、いずれも幅：45mm×長さ：1

■×長さ: 70■を有し、かつ

(a) 純Al、

(b) Al - 2.5% Mg - 0.2% Cr 合金 (以下、  
Al - Mg - Cr 合金という)、

(c) Al - 1% Mn 合金 (以下、Al - Mn 合  
金という)、

(d) Al - 0.02% Ni 合金 (以下、Al - Ni  
合金という)、

(e) Al - 0.005% B 合金 (以下、Al - B 合  
金という)、

以上(a)~(e)のうちのいずれかからなる板材を  
用意し、またろう材として、厚さ: 50■を有し、  
かつ、

(a) Al - 13% Si 合金、

(b) Al - 7.5% Si 合金、

(c) Al - 15% Ge 合金、

以上(a)~(c)のうちのいずれかからなる箔材を  
用意し、ろう材として、

(d) Al - 9.5% Si - 1% Mg 合金 (以下、  
Al - Si - Mg 合金という)、

種別	Aβ-N系統結体				ヒートシンク 板材の材質	薄板材の材質	ろう材		割れ発生までの サイクル数	熱伝導度 (W/m・K)	接合強度 (kg/㎡)	重量 相対比	
	配合組成(重量%)			表面酸化層の 平均厚さ(μm)			形状	材 質					
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Aβ-N										
本 発 明	1	0.1	-	鉄	0.5	Aβ・Mn合金	純Aβ	箔材	Aβ-7.5%Si合金	200サイクル後 も割れなし	149	2以上	0.353
	2	0.5	-	鉄	3.2	純Aβ	Aβ・Mn合金	箔材	Aβ・Ge合金	-	143	-	0.352
	3	1.5	-	鉄	14.3	Aβ・Mg・Cr合金	純Aβ	クラッド材	Aβ・Si・Mg合金	-	136	-	0.353
	4	2.5	-	鉄	5.8	純Aβ	純Aβ	箔材	Aβ-13%Si合金	-	159	-	0.352
	5	5	-	鉄	4.0	Aβ・Ni合金	Aβ・Ni合金	箔材	Aβ-15%Si合金	-	159	-	0.354
	6	7	-	鉄	0.2	純Aβ	Aβ・Ni合金	クラッド材	Aβ・Si・Mg合金	-	152	-	0.353
	7	9	-	鉄	1.2	Aβ・B合金	Aβ・B合金	クラッド材	Aβ・Si・Ge合金	-	157	-	0.354
	8	10	-	鉄	11.3	純Aβ	Aβ・Mn合金	箔材	Aβ-7.5%Si合金	-	150	-	0.352
	9	-	0.1	鉄	6.2	純Aβ	純Aβ	クラッド材	Aβ・Si・Mg合金	-	159	-	0.352
	10	-	1	鉄	2.4	Aβ・Mg・Cr合金	Aβ・Mn合金	箔材	Aβ-7.5%Si合金	-	138	-	0.354
基 板	11	-	2.5	鉄	0.5	Aβ・Mn合金	Aβ・Mn合金	クラッド材	Aβ・Si・Ge合金	-	136	-	0.353
	12	-	4	鉄	10.2	Aβ・B合金	Aβ・B合金	箔材	Aβ-7.5%Si合金	-	159	-	0.354
	13	-	5	鉄	1.3	純Aβ	純Aβ	クラッド材	Aβ・Si・Ge合金	-	158	-	0.352
	14	-	6.5	鉄	7.8	純Aβ	Aβ・Mn合金	箔材	Aβ-13%Si合金	-	158	-	0.352
	15	-	8	鉄	12.8	Aβ・Mg・Cr合金	純Aβ	箔材	Aβ・Ge合金	-	144	-	0.353
	16	-	9.5	鉄	4.3	Aβ・Ni合金	純Aβ	クラッド材	Aβ・Si・Mg合金	-	152	-	0.353
	17	0.1	0.1	鉄	0.3	Aβ・B合金	Aβ・B合金	箔材	Aβ-7.5%Si合金	-	159	-	0.354
	18	1	1	鉄	2.3	Aβ・Ni合金	Aβ・Ni合金	箔材	Aβ-7.5%Si合金	-	159	-	0.354
	19	0.5	2	鉄	15.4	純Aβ	純Aβ	箔材	Aβ・Ge合金	-	158	-	0.352
	20	8	1	鉄	5.2	Aβ・Mn合金	Aβ・Mn合金	箔材	Aβ-13%Si合金	-	147	-	0.354
板	21	4	2	鉄	8.8	純Aβ	Aβ・Mn合金	クラッド材	Aβ・Si・Mg合金	-	148	-	0.352
	22	8	5	鉄	19.6	Aβ・Mg・Cr合金	Aβ・Mn合金	箔材	Aβ・Ge合金	-	138	-	0.354
従来基板										20	160	-	1

(e)  $Al-7.5\%Si-10\%Ge$ 合金(以下、 $Al-Si-Ge$ 合金という)、  
 上記(d)または(e)を適用する場合には、上記の  
 ヒートシンク板材および薄板材の圧延加工時に30  
 $\mu m$ の厚さにクラッドしてろう付け板材(プレー  
 ジングシート)とした状態で用い、ついでこれら  
 の構成部材を第1表に示される組合せで第1図に  
 示される状態に積み重ね、この状態で真空中、  
 430~610℃に10分間保持の条件でろう付けして  
 積層接合体とし、これに温度:350℃に30分間保持  
 後常温まで炉令の熱処理を施し、引続いて前記  
 積層接合体を構成する薄板材の表面全面に、厚さ:  
 0.5 $\mu m$ のCuまたはNiメッキ層を通常の無電解  
 メッキ法により形成することにより本発明基板  
 1~22をそれぞれ製造した。

一方、比較の目的で、第2図に示されるように、  
 幅:50mm×厚さ:0.63mm×長さ:75mmの寸法を  
 もった純度:96%の $Al_2O_3$ 焼結体からなる絶  
 縁板材を用い、これの両側から幅:45mm×厚さ:  
 0.3mm×長さ:70mmの寸法をもった無酸素銅薄板

に対する相対比を求めた。これらの結果を第1表  
 に示した。

#### [発明の効果]

第1表に示される結果から、本発明基板1~22  
 は、いずれも従来基板と同等のすぐれた熱伝導性  
 および接合強度を示し、苛酷な条件下での加熱・  
 冷却の繰り返しによっても、絶縁板材に割れの  
 発生が見られないのに対して、従来基板では  
 $Al_2O_3$ 焼結体とCu間の大きな熱膨張係数差  
 に原因して絶縁板材に比較的早期に割れが発生す  
 るものであり、また本発明基板1~22は、従来基  
 板に比して約65%の重量減を示し、軽量化の著し  
 いことが明らかである。

上述のように、この発明の半導体装置用基板は、  
 軽量にして、放熱性(熱伝導性)にすぐれ、かつ  
 構成部材の接合も強固なので、半導体装置の高集  
 積化および大電力化に十分対応することができ、  
 かつ苛酷な条件下での実用に際してもセラミック  
 質の絶縁板材に割れなどの欠陥発生なく、信頼性  
 のきわめて高いものであるなど工業上有用な効果

材(2枚)ではさんだ状態で重ね合わせ、この状  
 態で酸素:1容量%含有のAr雰囲気中、温度:  
 1075℃に50分間保持の条件で加熱し、この酸化性  
 雰囲気中で表面に形成した $Cu_2O$ と母材のCuと  
 の共晶による液相を接合面に発生させて接合し、  
 ついでこの接合体を、厚さ:300 $\mu m$ の箔材とした  
 $Pb-60\%Sn$ 合金からなるはんだ材を用いて、  
 幅:50mm×厚さ:3mm×長さ:75mmの寸法をもつ  
 た無酸素銅からなるヒートシンク板材の片面に  
 はんだ付けすることにより従来基板を製造した。

ついで、本発明基板1~22および従来基板につ  
 いて、一般に半導体装置用基板の評価試験として  
 採用されている試験、すなわち温度:125℃に加熱  
 後、-55℃に冷却を1サイクルとする繰り返し加  
 熱試験を行ない、絶縁板材に割れが発生するに至  
 るまでのサイクル数を20サイクル毎に観察して測  
 定し、またレーザ・フラッシュ法による熱伝導度  
 の測定、および絶縁板材とヒートシンク板材の接  
 合強度の測定を行ない、さらに本発明基板1~22  
 の重量を測定し、従来基板の重量を1とし、これ

をもたらしものである。

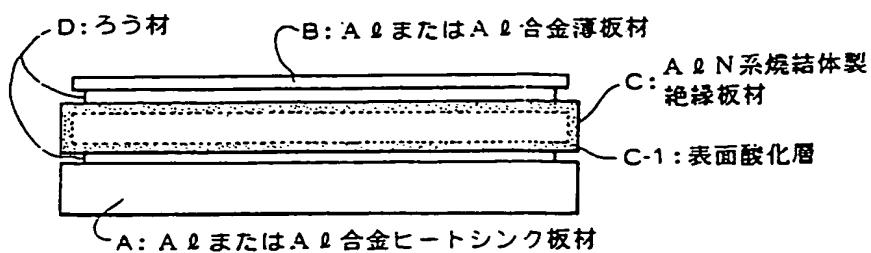
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の半導体装置用基板の概略説  
 明図、第2図は従来半導体装置用基板の概略説明  
 図である。

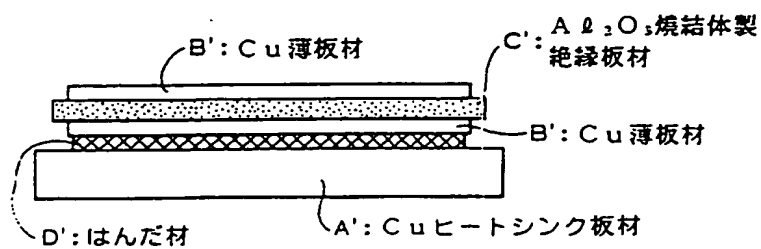
- A, A' ... ヒートシンク板材、
- B, B' ... 薄板材、                      C, C' ... 絶縁板材、
- C-1 ... 表面酸化層、                      D ... ろう材、
- D' ... はんだ材。

出 願 人 : 三 菱 金 属 株 式 会 社

代 理 人 : 富 田 和 夫 外 1 名



第 1 図



第 2 図

第 1 頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 L 21/52  
23/36

識別記号

B

庁内整理番号

9055-4M

⑦発 明 者 梅 沢 正 夫 埼玉県大宮市北袋町 1-297 三菱金属株式会社中央研究所内